알튜비튜
동적 계획법

오늘은 '다이나믹 프로그래밍'이라고도 불리는 동적 계획법 알고리즘에 대해 배웁니다.
과거에 구한 해를 현재 해를 구할 때 활용하는 알고리즘이죠. 문제에 많이 나오는 굉장히 중요한 알고리즘 중 하나에요.

#알튜비튜

동적 계획법

- 특정 범위까지의 값을 구하기 위해 이전 범위의 값을 활용하여 효율적으로 값을 얻는 기법
- 이전 범위의 값을 저장(Memoization)함으로써 시간적, 공간적 효율 얻음

이런 문제가 있어요

#알튜비튜

/<> 10870번 : 피보나치 수 5 – Bronze 2

문제

- F(n) = F(n-1) + F(n-2) (n >= 2)
- n번째 피보나치 수를 구하는 문제

제한 사항

- 입력 범위는 0 <= n <= 20

이런 문제가 있어요

#AlgoBT

/<> 10870번 : 피보나치 수 5 – Bronze 2

문제

- F(n) = F(n-1) + F(n-2) (n >= 2) → n부터 시작하면 계속 전 단계 함수를 호출
- n번째 피보나치 수를 구하는 문제

제한 사항

- 입력 범위는 0 <= n <= 20

재귀함수로 풀면 안되나?

피보나치 수 5

- F(n) = F(n-1) + F(n-2) (n >= 2)
- n번째 피보나치 수를 구하는 문제
- n의 범위 <= 20

```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

✓ 완전 가능!

다른 문제도 있어요

#알튜비튜

피보나치 수 7

- F(n) = F(n-1) + F(n-2) (n >= 2)
- n번째 피보나치 수를 구하는 문제
- n의 범위 <= 1,000,000

```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

✓ 완전 가능?

재귀함수로..?

피보나치 수 7

- F(n) = F(n-1) + F(n-2) (n >= 2)
- n번째 피보나치 수를 구하는 문제
- n의 범위 <= 1,000,000

```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

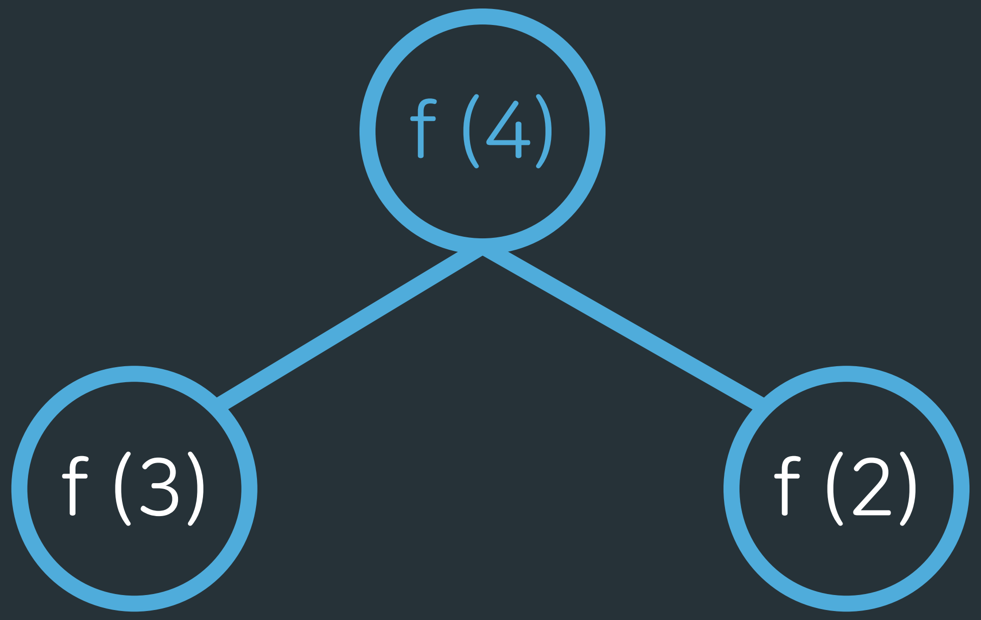
✓ 절대 불가능

→ 재귀로 풀기엔 n의 범위가 커서 시간초과가 난다

재귀함수는

- n = 4

[함수 호출 수]
f(4): 1
f(3): 1
f(2): 1
f(1): 0
f(0): 0

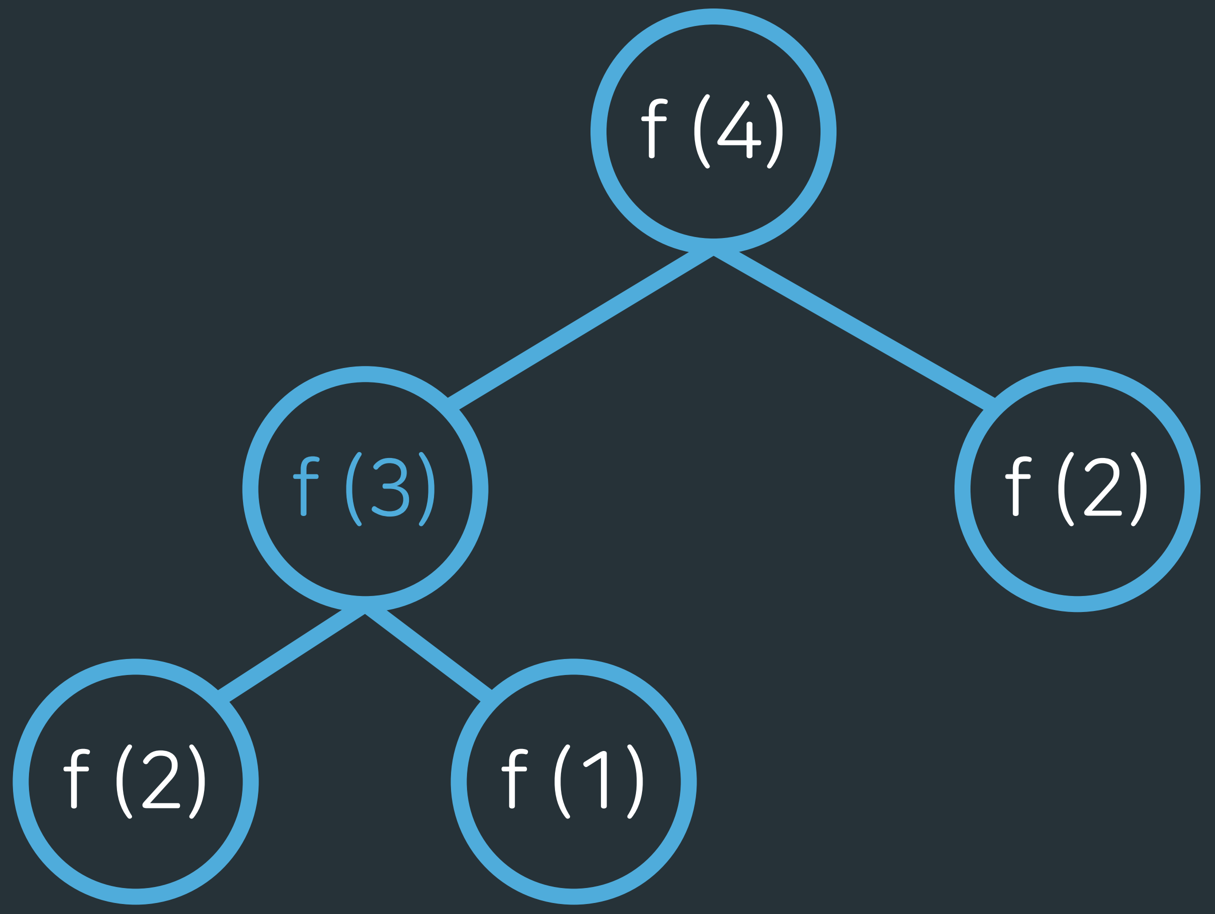



```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

재귀함수는

- n = 4

[함수 호출 수]
f(4): 1
f(3): 1
f(2): 2
f(1): 1
f(0): 0

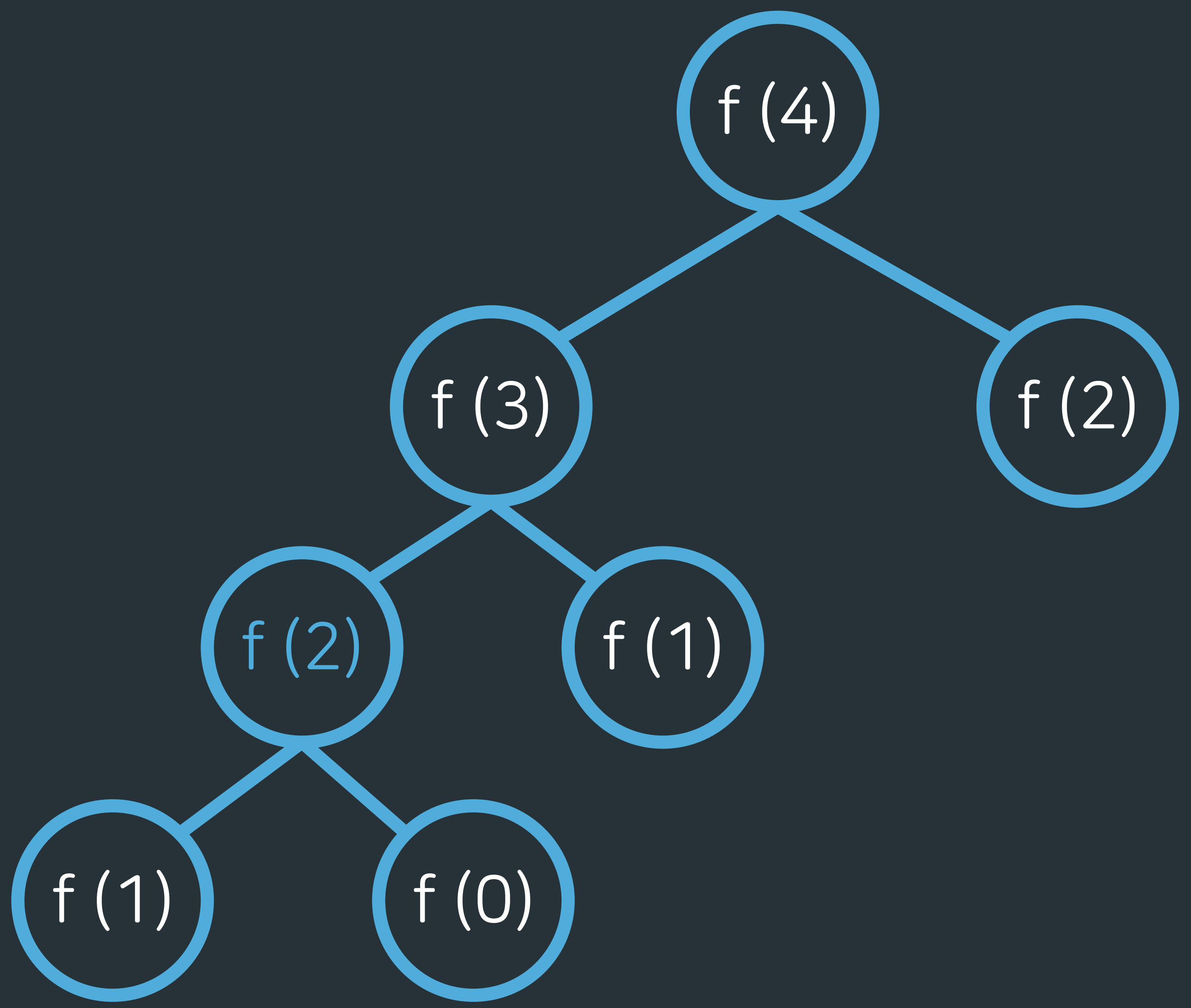



```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

재귀함수는

- n = 4

[함수 호출 수]
f(4): 1
f(3): 1
f(2): 2
f(1): 2
f(0): 1

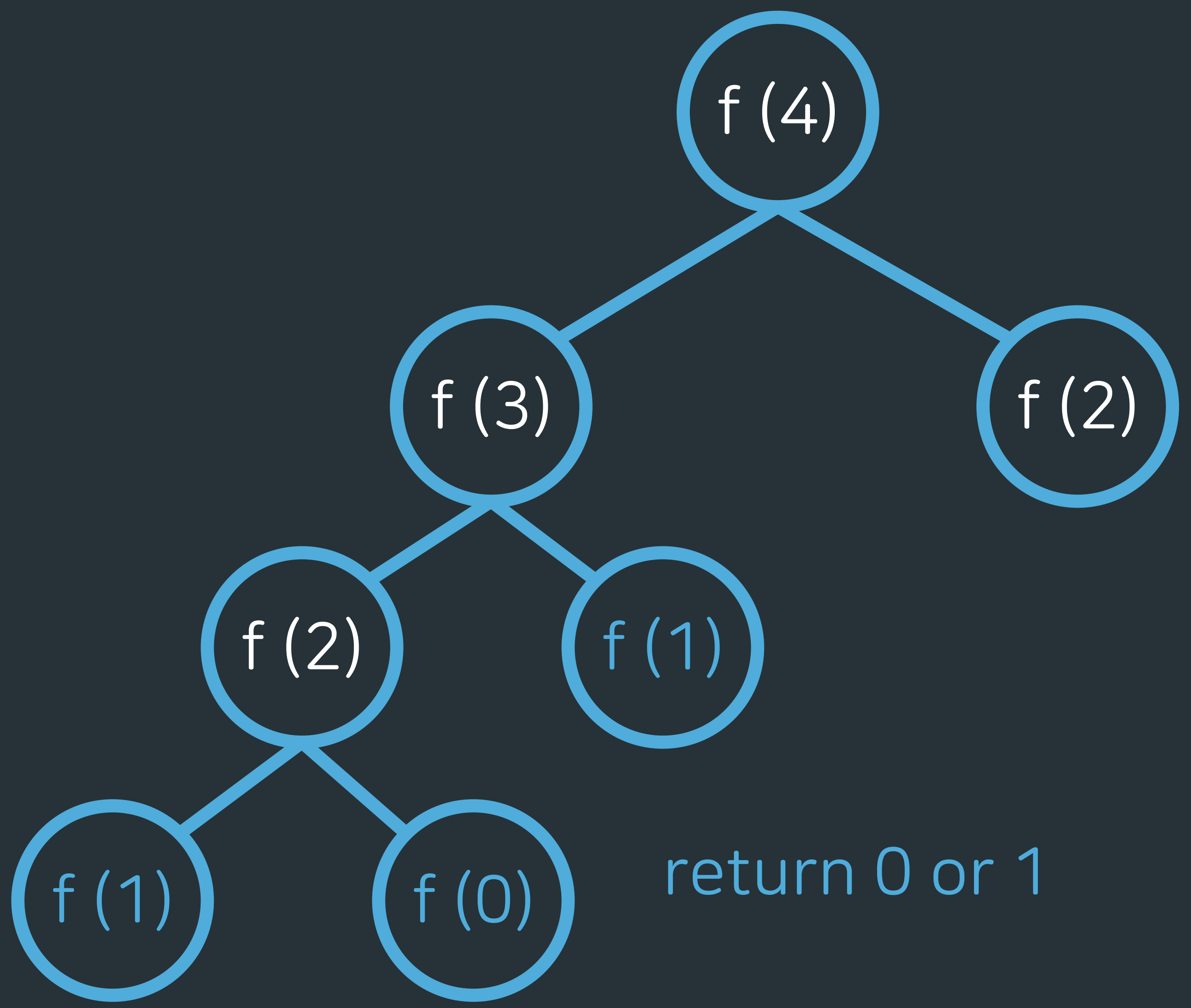



```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

재귀함수는

- n = 4

[함수 호출 수]
f(4): 1
f(3): 1
f(2): 2
f(1): 2
f(0): 1

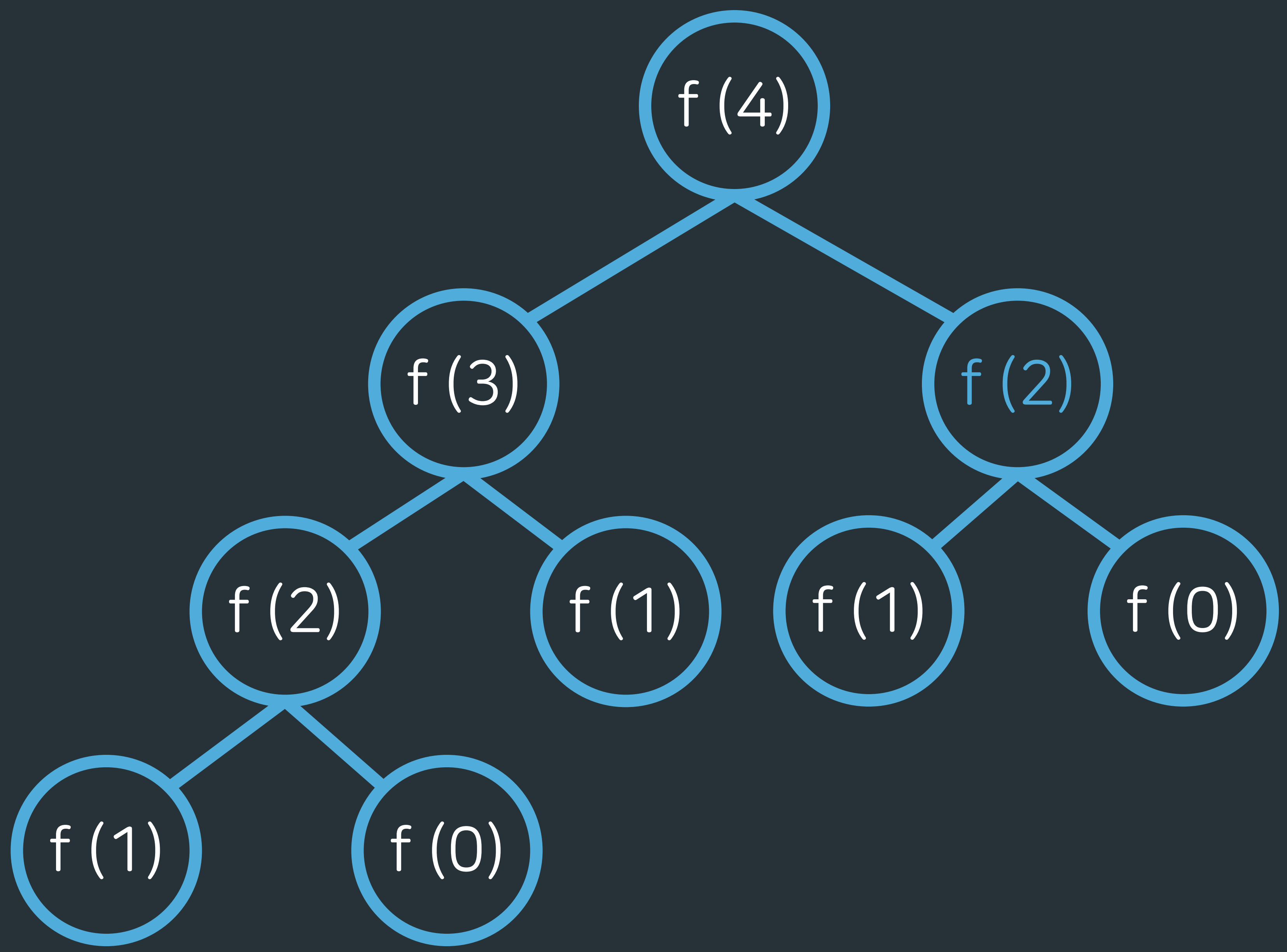



```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

재귀함수는

- n = 4

[함수 호출 수]
f(4): 1
f(3): 1
f(2): 2
f(1): 3
f(0): 2

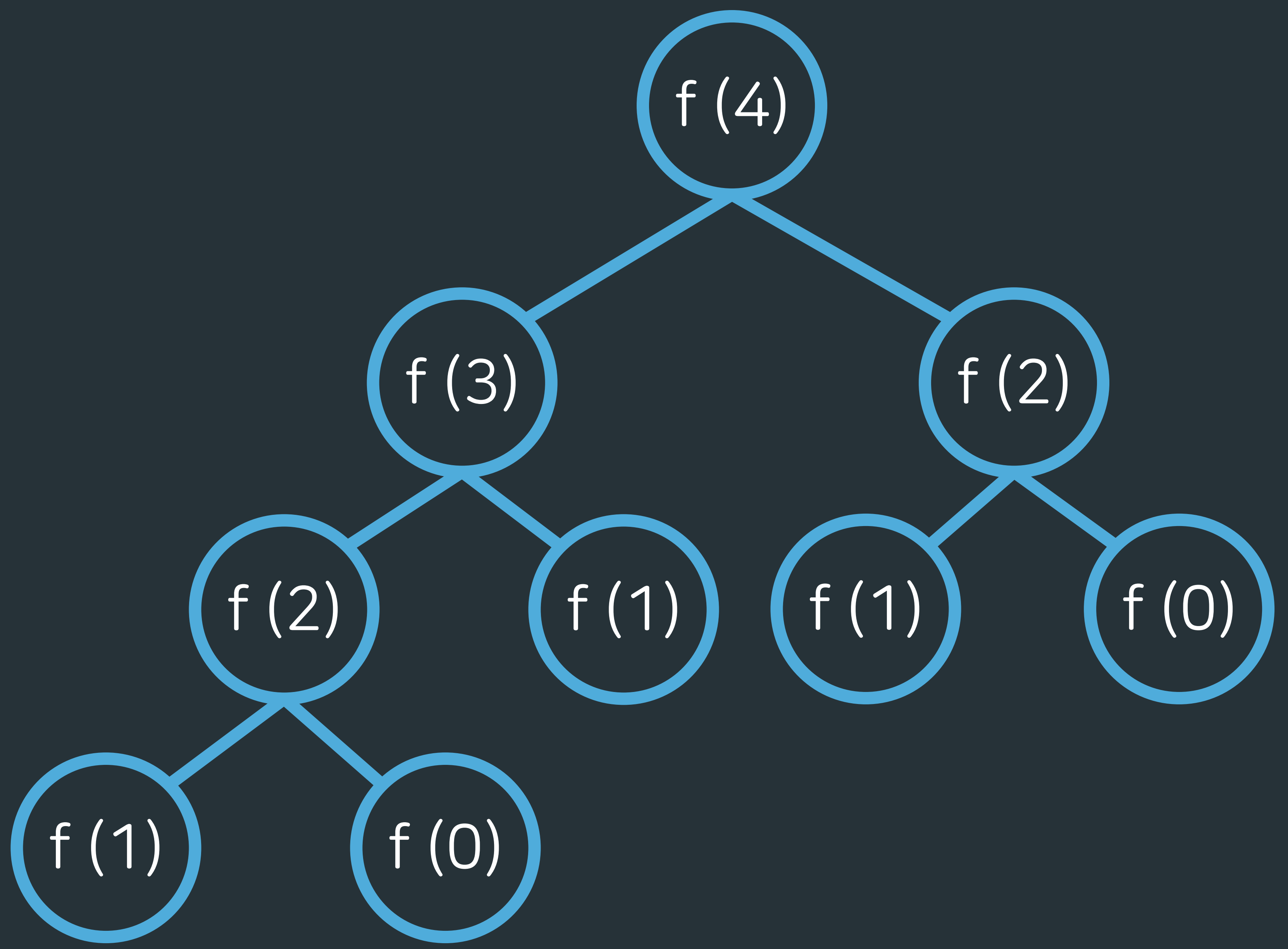



```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

재귀함수는

- n = 4

[함수 호출 수]
f(4): 1
f(3): 1
f(2): 2
f(1): 3
f(0): 2




```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

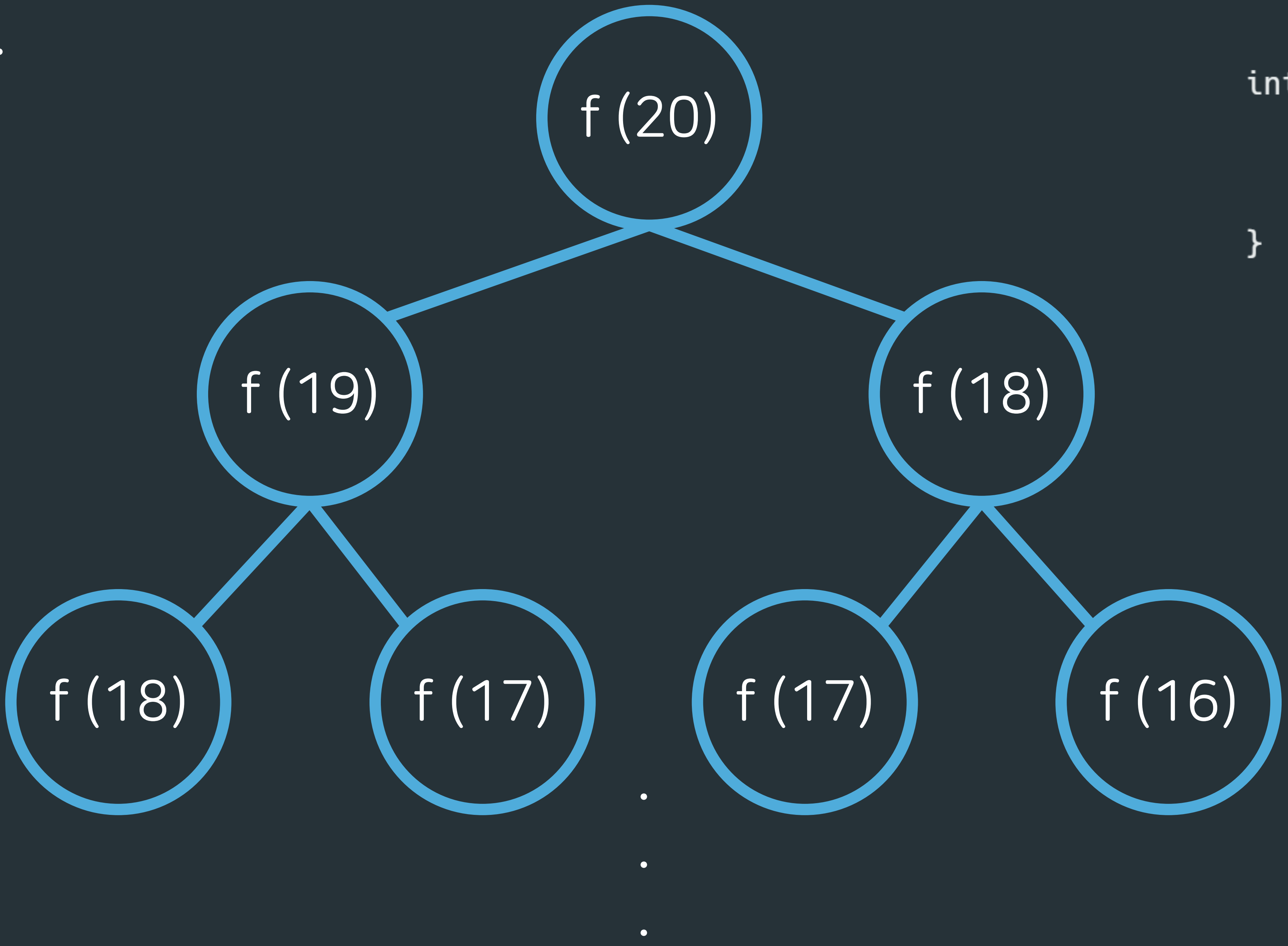
→ 같은 함수를 여러 번 호출하는 경우가 많다!
→ 즉, 한 번 계산한 값을 또 계산하게 됨

재귀함수는

- 당장 n = 20 이여도..

[함수 호출 수]
f(0): 4181
f(1): 6765
f(2): 4181
f(3): 2584
f(4): 1597
.
.
.

*실제 값입니다




```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

→ N이 커지면? 함수 호출이 훨씬 많이 일어남
→ 그렇다면, 이미 구한 답을 또 계산할 필요가 있을까?

동적 계획법은

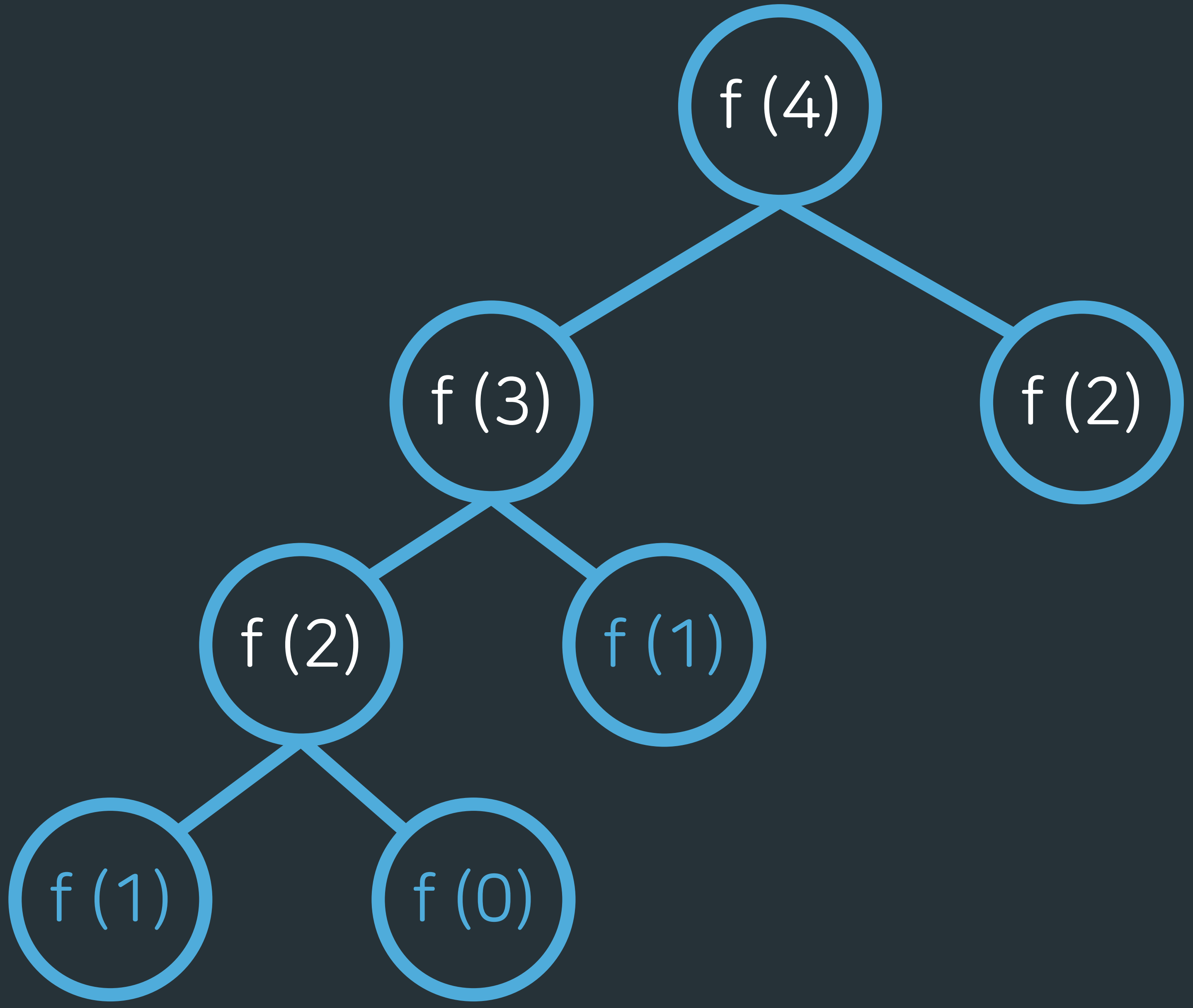
#AI튜비튜

Memoization

- 이전에 구해둔 값을 저장해서 중복 계산을 방지
- 이전 범위의 답을 구하면, 바로 배열에 저장해 놓자!
- 시간과 공간면에서 모두 효율적!

피보나치 수 문제에 적용하면

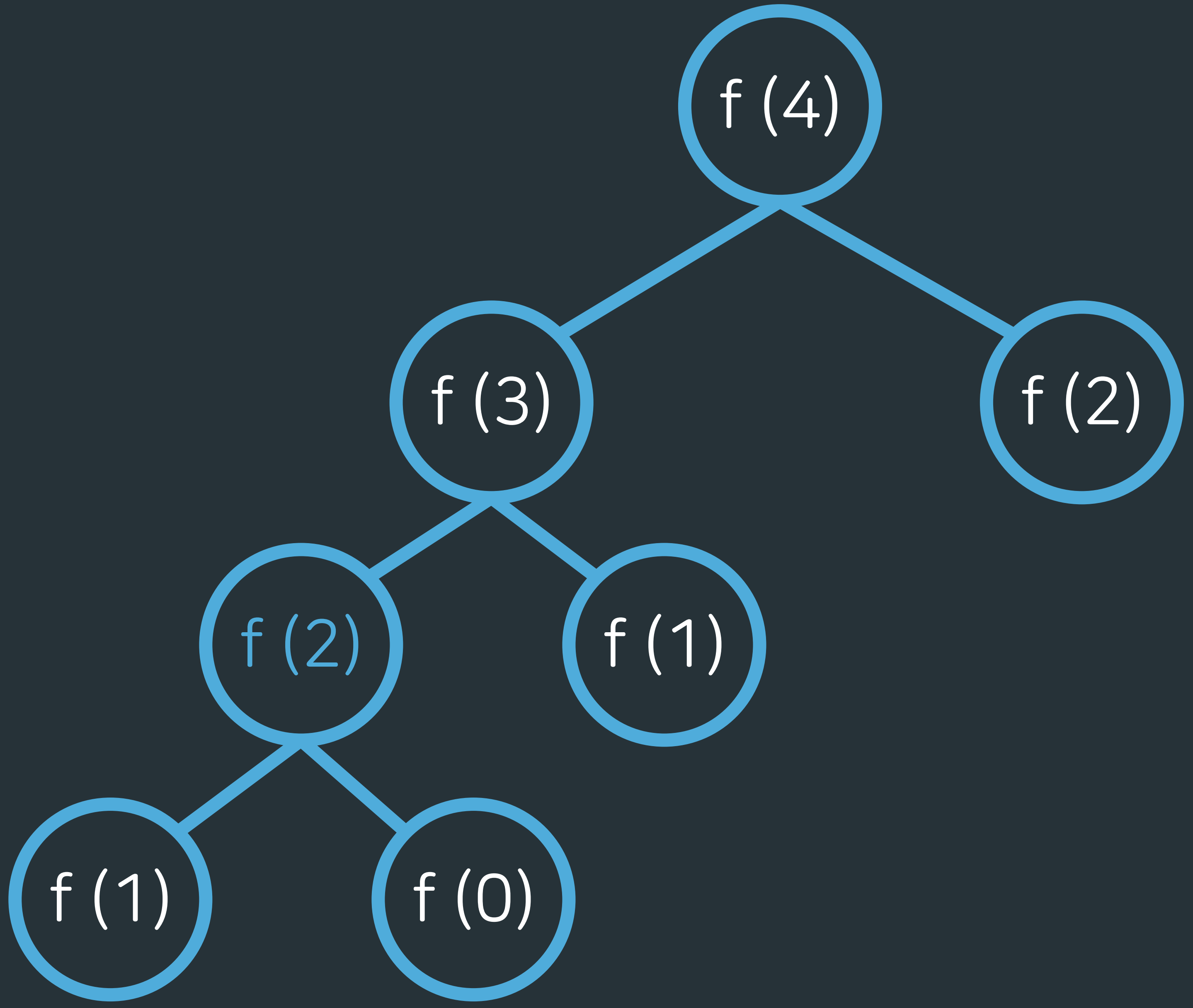
- n = 4



	0	1	2	3	4
dp	0	1			

피보나치 수 문제에 적용하면

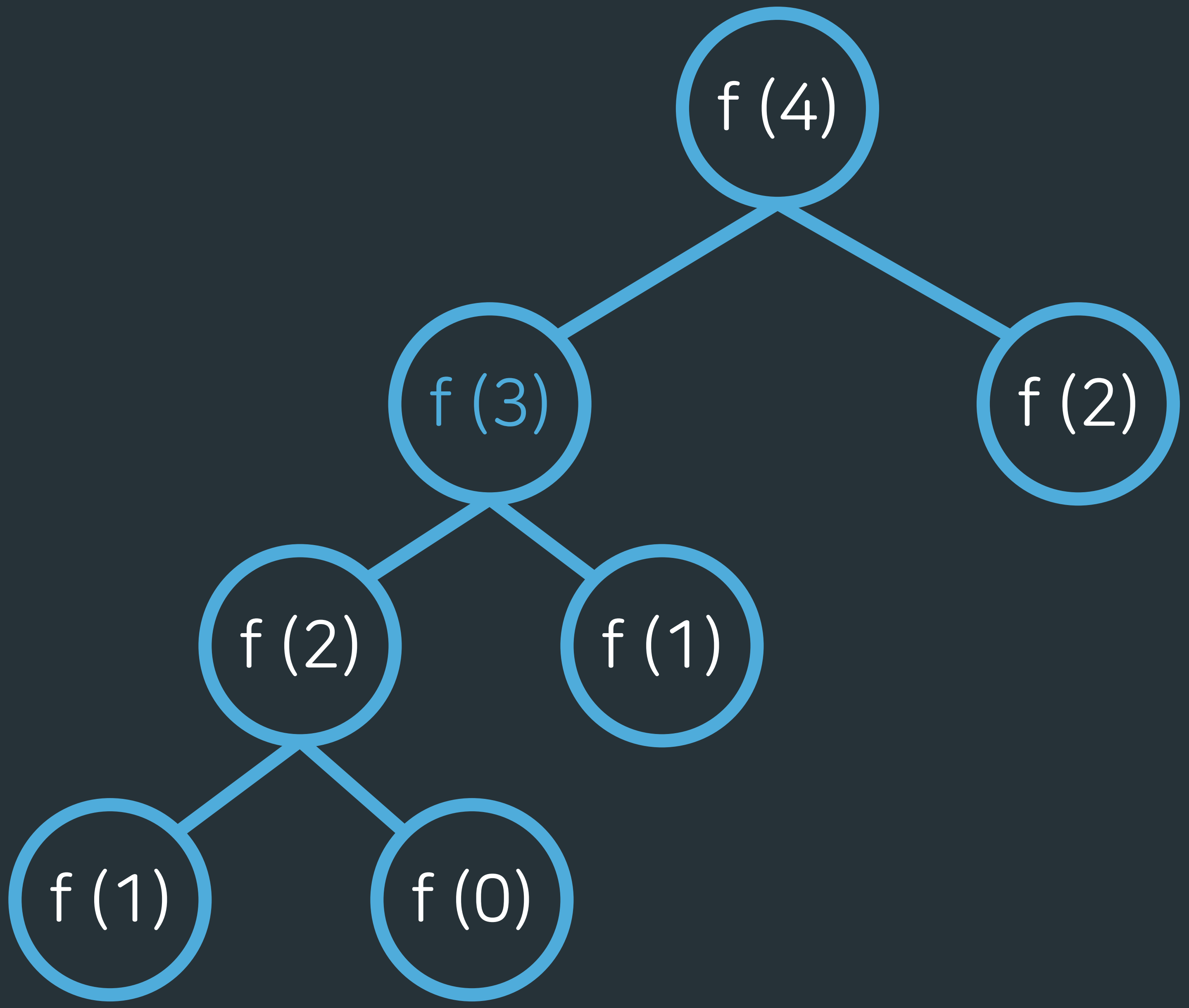
- n = 4



	0	1	2	3	4
dp	0	1	1		

피보나치 수 문제에 적용하면

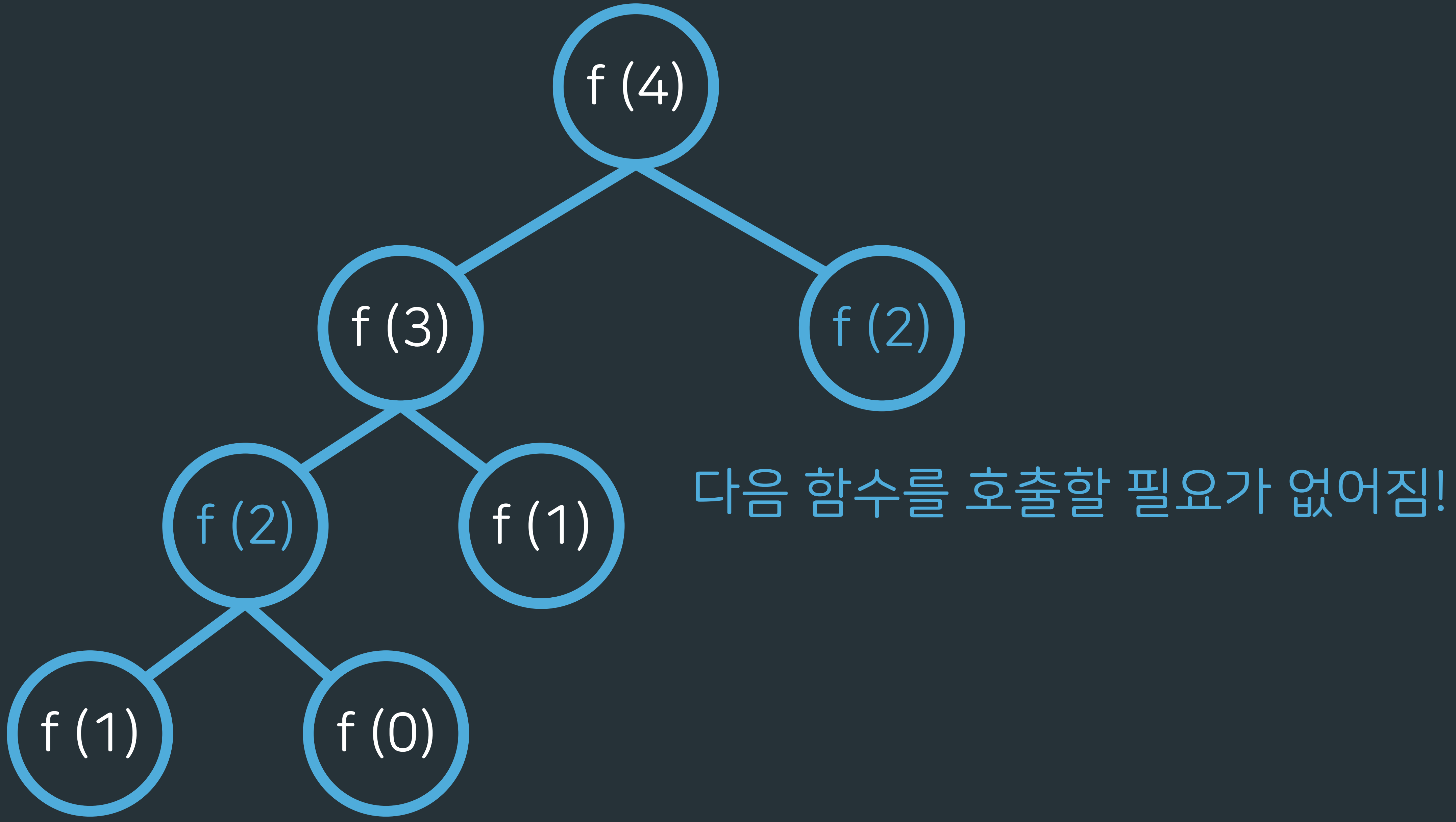
- n = 4



	0	1	2	3	4
dp	0	1	1	2	

피보나치 수 문제에 적용하면

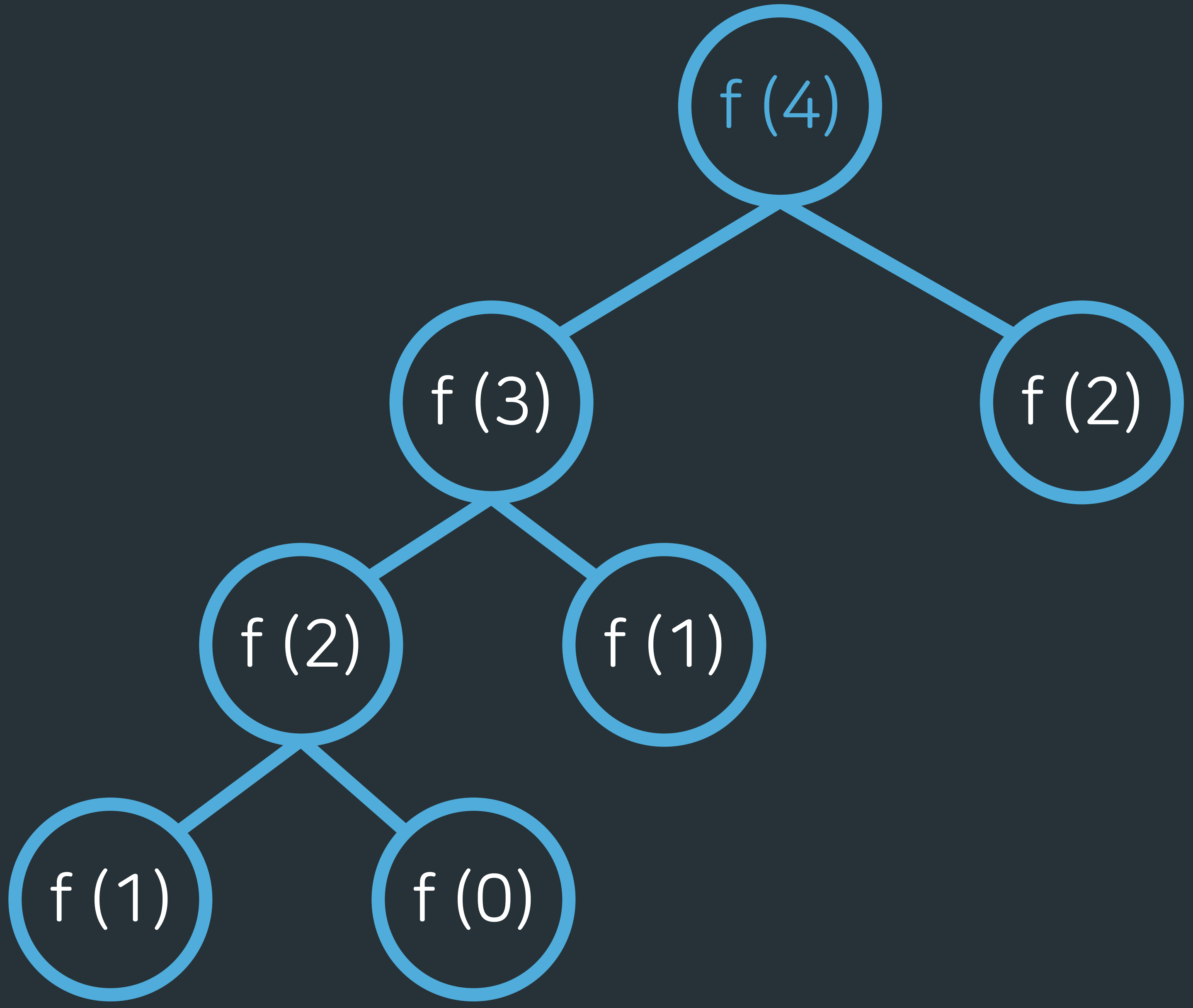
- n = 4



	0	1	2	3	4
dp	0	1	1	2	

피보나치 수 문제에 적용하면

- n = 4



	0	1	2	3	4
dp	0	1	1	2	3

피보나치 수 문제에 적용하면

#알튜비튜

단순 재귀함수

```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    return f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

- 보통 n <= 20 까지만 가능
- 그 이상은 시간초과

→

동적 계획법

```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    if (dp[n]) //dp[n]의 값이 존재한다면
        return dp[n]; //함수 호출x 이미 계산한 값 리턴
    return dp[n] = f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

- n의 범위 클 때 활용
- 훨씬 효율적인 풀이

다르게 구현할 수도 있어요

#알튜비튜

동적 계획법

```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    if (dp[n]) //dp[n]의 값이 존재한다면
        return dp[n]; //함수 호출x 이미 계산한 값 리턴
    return dp[n] = f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

- Top-down 방식 (n부터)
- 구하려 하는 문제를 작은 문제로 호출하며 탐색
- 재귀함수를 활용

0번 인덱스부터 시작해서 미리 배열에 이전 범위의 답을 저장하면 어떨까?

다르게 구현할 수도 있어요

#AlgoBT

Top-down vs Bottom-up

```
int f(int n) {
    if (n <= 1)
        return n;
    if (dp[n]) //dp[n]의 값이 존재한다면
        return dp[n]; //함수 호출x 이미 계산한 값 리턴
    return dp[n] = f(n - 1) + f(n - 2);
}
```

37052 KB	32 ms

- Top-down 방식 (n부터)
- 구하려 하는 문제를 작은 문제로 호출하며 탐색
- 재귀함수를 활용

```
dp[1] = 1;
for(int i = 2; i <= n; i++){
    dp[i] = dp[i - 1] + dp[i - 2];
}
```

5928 KB	4 ms

- Bottom-up 방식 (0부터)
- 이미 알고 있는 작은 문제부터 원하는 문제까지 탐색
- Top-down 방식보다 속도 빠름!

어떨 때 동적 계획법을 적용하지?

동적 계획법

- 주어진 문제를 부분 문제로 나누었을 때, 부분 문제의 답을 통해 주어진 문제의 답을 도출할 수 있을 때
- 부분 문제의 답을 여러 번 구해야 할 때
- 즉, 한 번 계산한 값을 다시 사용해야 할 때

어떻게 풀죠

점화식

- 인접한 항들 사이의 관계식
- 동적 계획법 문제를 풀 때는, 점화식을 미리 세우고 풀면 좋다!
- 이전 값들을 통해 DP(현재)를 정의하자

(ex) 피보나치 수 문제: DP[i] = DP[i – 1] + DP[i – 2]

1932번 : 정수 삼각형 – Silver 1

문제

- 정수 삼각형이 주어졌을 때, 맨 위층부터 시작해서 아래층으로 내려오면서 이제까지 선택된 수의 합이 최대가 되는 경로를 구해라
- 현재 층에서 대각선 왼쪽 또는 대각선 오른쪽으로만 이동 가능

제한 사항

- 삼각형 크기 <= 500
- 삼각형 이루는 정수 0 ~ 9,999

→ 피보나치 수 문제랑 조금 비슷해 보이지 않나요?

정수 삼각형

- 크기가 5인 정수 삼각형

				7				
			3		8			
		8		1		0		
	2		7		4		4	
4		5		2		6		5

정수 삼각형

- 크기가 5인 정수 삼각형

```
        7
      3   8
    8   1   0
  2   7   4   4
4   5   2   6   5
```

정수 삼각형

- 크기가 5인 정수 삼각형

```
        7
      3   8
    8   1   0
  2   7   4   4
4   5   2   6   5
```

정수 삼각형

- 크기가 5인 정수 삼각형

```
        7
      3   8
    8   1   0
  2   7   4   4
4   5   2   6   5
```

정수 삼각형

- 크기가 5인 정수 삼각형

				7				
			3		8			
		8		1		0		
	2		7		4		4	
4		5		2		6		5

재귀함수?

정수 삼각형

- 크기가 5인 정수 삼각형

제한 사항

- 삼각형 크기 <= 500

7

3 8

8 1 0

2 7 4 4

4 5 2 6 5

Bottom-up 방식의 DP!

→ 현재 위치의 최대 경로값은 어떻게 알지?

정수 삼각형

- 크기가 5인 정수 삼각형

제한 사항

- 삼각형 크기 <= 500

7

3 8

8 1 0

2 7 4 4

4 5 2 6 5

Bottom-up 방식의 DP!

→ 문제에서 위에서부터 내려가는거라 했으므로, 현재 위치에서 왼쪽 위 대각선, 오른쪽 위 대각선 중 어느 경로를 택해야 최대 경로인지 구하자!

인덱스 어떻게..?

- 문제에선 이렇게 주어져요.

```
7
3   8
8   1   0
2   7   4   4
4   5   2   6   5
```

즉, 현재 인덱스를 (i, j)라 하면
- 왼쪽 위 대각선: (i-1, j - 1)
- 오른쪽 위 대각선: (i-1, j)

→ (1, 1) 인덱스부터 현재 인덱스에서 최대 경로값을 배열에 저장하며 풀자!
→ 2차원 배열 필요

정수 삼각형 – Bottom up

#알튜비튜

```
dp[1][1] = triangle[1][1];
for (int i = 2; i <= n; i++) {
    for (int j = 1; j <= i; j++) {
        dp[i][j] = max(dp[i - 1][j - 1], dp[i - 1][j]) + triangle[i][j];
    }
}
```

물론 다른 방법도 가능해요

#알튜비튜

Bottom - up

3980 KB	40 ms

```
dp[1][1] = triangle[1][1];
for (int i = 2; i <= n; i++) {
    for (int j = 1; j <= i; j++) {
        dp[i][j] = max(dp[i - 1][j - 1], dp[i - 1][j]) + triangle[i][j];
    }
}
```

Top - down

3980 KB	44 ms

```
int f(int row, int col) {
    if (row == 1)
        return triangle[1][1];
    if (row == 0 || col == 0) //정수 삼각형 값이 없는 곳
        return 0;
    if (dp[row][col] >= 0) //값이 이미 존재한다면
        return dp[row][col];
    return dp[row][col] = max(f(row - 1, col - 1), f(row - 1, col)) + triangle[row][col];
}
```

2579번 : 계단 오르기 - Silver 3

문제

- 계단은 한 번에 1칸 or 2칸 오를 수 있음
- 연속된 세 개의 계단을 모두 밟으면 안됨 (시작점은 포함 x)
- 마지막 도착 계단은 반드시 밟음
- 각 칸의 점수가 주어질 때, 얻을 수 있는 점수의 최댓값 구하는 문제

제한 사항

- 계단 개수 <= 300
- 점수 <= 10,000

→ 각 계단마다의 최댓값을 구한 후 저장하며 풀면 되지 않을까?

예제

예제 입력

```
6
10
20
15
25
10
20
```

예제 출력

```
75
```

점화식을 세워보자

#AlgoStudy

문제

- 계단은 한 번에 1칸 or 2칸 오를 수 있음
- 연속된 세 개의 계단을 모두 밟으면 안됨 (시작점은 포함 x)
- 마지막 도착 계단은 반드시 밟음
- 각 칸의 점수(score)가 주어질 때, 얻을 수 있는 점수의 최댓값 구하는 문제

접근

- DP에는 현재 계단까지의 점수의 최댓값 저장
- 현재 계단은 1칸 or 2칸 전 계단에서 온 것

→ DP[i] = MAX(DP[i – 1], DP[i – 2]) + score[i] ?

점화식을 세워보자

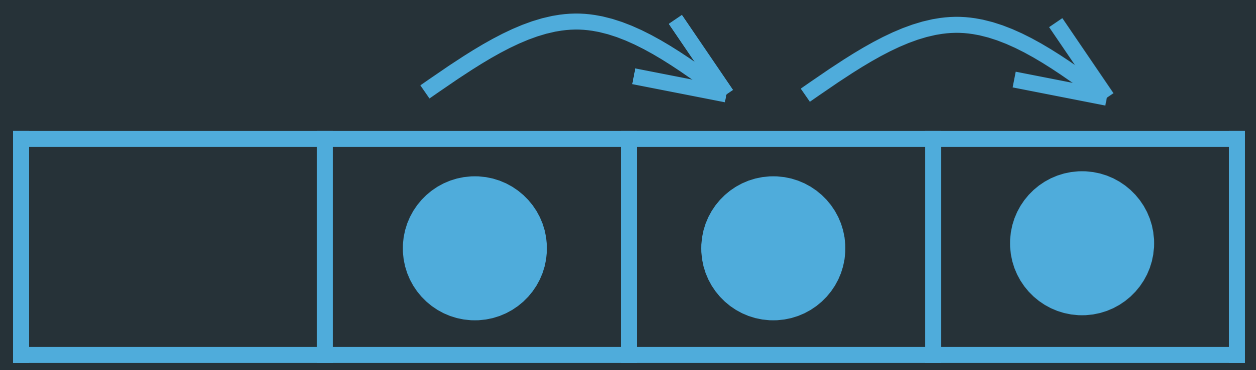
문제

- 계단은 한 번에 1칸 or 2칸 오를 수 있음
- 연속된 세 개의 계단을 모두 밟으면 안됨 (시작점은 포함 x)
- 마지막 도착 계단은 반드시 밟음
- 각 칸의 점수(score)가 주어질 때, 얻을 수 있는 점수의 최댓값 구하는 문제

접근

- DP에는 현재 계단까지의 점수의 최댓값 저장
- 현재 계단은 1칸 or 2칸 전 계단에서 온 것

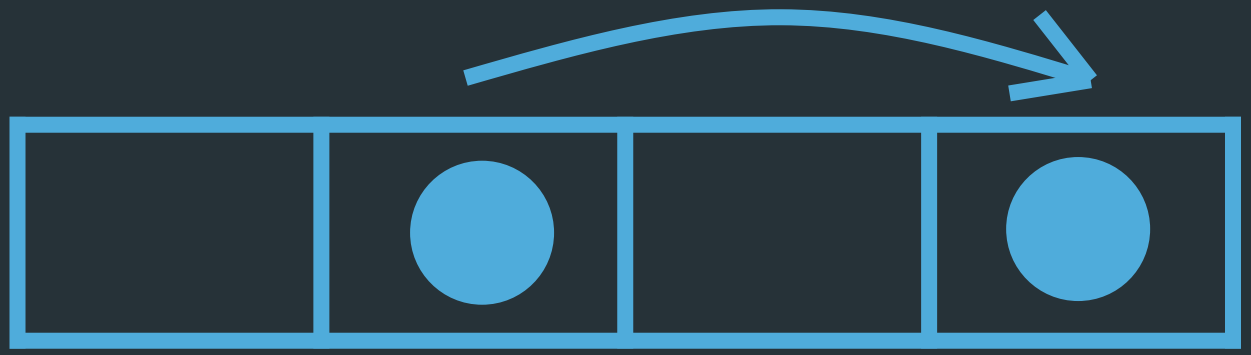
→ DP[i] = MAX(DP[i – 1], DP[i – 2]) + score[i] (x)
→ 이것만으론 연속 세 칸을 잡아낼 수 없음



연속 세 칸이므로 안됨!

점화식을 세워보자

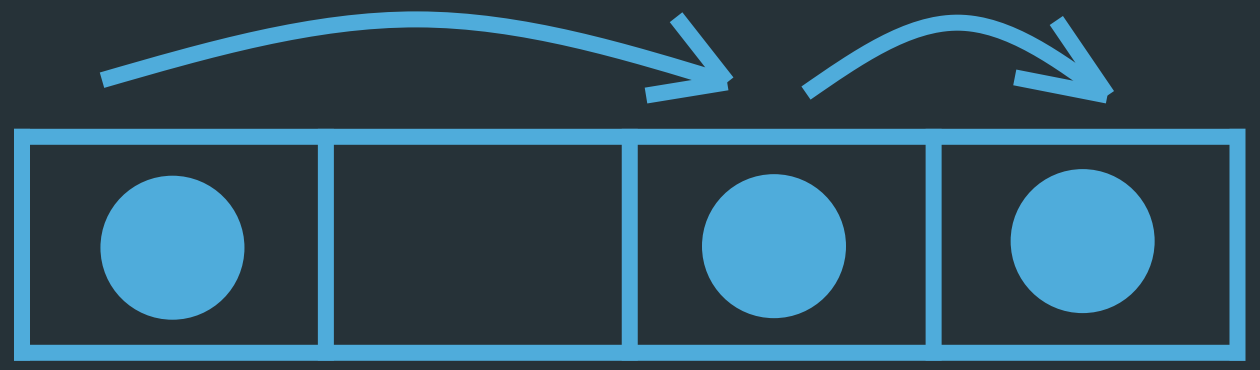
접근



● 두 칸 전에서 온 건 괜찮음
→ DP[i - 2]

점화식을 세워보자

접근



- 한 칸 전에서 온 값을 쓰고 싶다면, 3칸 전에서 2칸 이동 후 한 칸 전으로 온 경우 생각하면 됨!

→ DP[i − 3] + score[i − 1]

$$\therefore DP[i] = MAX(DP[i-2], DP[i-3] + score[i-1]) + score[i]$$

#알튜비튜

/<> 12865번 : 평범한 배낭 – Gold 5

문제

- 최대 무게(k)가 정해진 배낭에 물건을 넣는다.
- 각 물건은 무게(w)와 가치(v)가 있다.
- 배낭에 넣을 수 있는 물건들의 가치합의 최댓값을 구하는 문제

제한 사항

- 물품의 수 N (1 <= N <= 100)
- 배낭 무게 K (1 <= K <= 100,000)
- 물건 무게 W(1 <= W <= 100,000)
- 물건 가치 V (0 <= V <= 1,000)

예제

예제 입력

```
4 7
6 13
4 8
3 6
5 12
```

예제 출력

```
14
```

Hint

1. 전 시간들에 배운 알고리즘으로 풀기엔 시간이 부족해보여요.
2. 부분 문제에 대한 정답을 어떻게 활용할 수 있을까요? 이 문제의 전체 정답은 최대 무게 K일 때의 최대 가치합이죠. 그렇다면 부분 문제는 무엇일까요?

브루트 포스..?

문제

- 최대 무게(k)가 정해진 배낭에 물건을 넣는다.
- 각 물건은 무게(w)와 가치(v)가 있다.
- 배낭에 넣을 수 있는 물건들의 가치합의 최댓값을 구하는 문제

접근

- 물품의 가능한 조합을 모두 구한 후, 무게가 K이내이면서 가치합이 최대인 경우를 찾는 브루트 포스 접근

→ O(2^n) 이고, 물품의 수(n)가 최대 100이므로 절대 불가능!

백트래킹..?

#알튜비튜

문제

- 최대 무게(k)가 정해진 배낭에 물건을 넣는다.
- 각 물건은 무게(w)와 가치(v)가 있다.
- 배낭에 넣을 수 있는 물건들의 가치합의 최댓값을 구하는 문제

접근

- 물품의 가능한 조합을 구하는데, 중간에 무게가 K를 초과하는 경우를 모두 쳐내며 가치합이 최대인 경우를 찾는 백트래킹 접근

→ 왠지 가능해 보이지만, 이 풀이도 최악의 경우 K를 초과하는 경우가 없으면 결국 브루트 포스와 동일. 즉, 불가능

동적 계획법!

#알튜비튜

문제

- 최대 무게(k)가 정해진 배낭에 물건을 넣는다.
- 각 물건은 무게(w)와 가치(v)가 있다.
- 배낭에 넣을 수 있는 물건들의 가치합의 최댓값을 구하는 문제

접근

- 오늘 배운 동적 계획법을 활용해 보자. 이전에 구한 답을 활용?

→ K이전의 무게들에 대한 정답(가치합의 최댓값)을 저장하며 풀면 어떨까?

→ 무게를 인덱스로!

K이전 무게들에 대한 정답은 어떻게 계산?

접근

- K 까지의 무게를 인덱스로 나타냄
- 현재 물품을 배낭에 넣는 경우 or 안 넣는 경우 중 최댓값을 저장하자

- 배낭에 넣으려면?

→ 현재 물품 무게만큼 배낭에 추가되는 것! 그런데 현재 인덱스가 배낭의 최대 무게인데?
→ [현재 배낭 무게 - 물품 무게]인 배낭 무게에서의 최대 가치값 + 현재 물품 가치값

- 배낭에 안 넣는 경우는?

→ 현재 배낭 무게에 저장된 정답을 그대로 사용하면 됨!

점화식을 세워봅시다

- n = 4
- k = 7
- product(물품) w = 6, v = 13
- 현재 물품을 배낭에 넣는 경우 or 안 넣는 경우 중 최댓값을 저장하자

	0	1	2	3	4	5	6	7
dp[1]	0	0	0	0	0	0	13	13

- 배낭에 넣는 경우: (현재 배낭 무게 – 물품 무게)를 인덱스로 가지는 값 + 물품 가치 → dp[0][0] + 13
- 배낭에 안 넣는 경우: 0

점화식을 세워봅시다

- n = 4
- k = 7
- product(물품) w = 4, v = 8
- 현재 물품을 배낭에 넣는 경우 or 안 넣는 경우 중 최댓값을 저장하자

	0	1	2	3	4	5	6	7
dp[1]	0	0	0	0	0	0	13	13
dp[2]	0	0	0	0	8	8	13	13

- 배낭에 넣는 경우: dp[1][6 - 4] + 8 = 8
- 배낭에 안 넣는 경우: dp[1][6] = 13

점화식을 세워봅시다

- n = 4
- k = 7
- product(물품) w = 3, v = 6
- 현재 물품을 배낭에 넣는 경우 or 안 넣는 경우 중 최댓값을 저장하자

	0	1	2	3	4	5	6	7
dp[1]	0	0	0	0	0	0	13	13
dp[2]	0	0	0	0	8	8	13	13
dp[3]	0	0	0	6	8	8	13	14

- 배낭에 넣는 경우: dp[2][7 - 3] + 6 = 14
- 배낭에 안 넣는 경우: dp[2][7] = 13

점화식을 세워봅시다

#알튜비튜

- n = 4
- k = 7
- product(물품) w = 5, v = 12
- 현재 물품을 배낭에 넣는 경우 or 안 넣는 경우 중 최댓값을 저장하자

	0	1	2	3	4	5	6	7
dp[1]	0	0	0	0	0	0	13	13
dp[2]	0	0	0	0	8	8	13	13
dp[3]	0	0	0	6	8	8	13	14
dp[4]	0	0	0	6	8	12	13	14

점화식

- 현재 물품을 배낭에 넣는 경우 or 안 넣는 경우 중 최댓값을 저장하자

∴ DP[i][j] = MAX(DP[i - 1][j – w[i]] + v[i], DP[i - 1][j])
(단, w[i] <= j)

생각해봅시다

왜 2차원 DP?

- 1차원 DP로 하면 안 되는 이유는?

→ 그 전 물품까지의 정보만 사용해야 하기 때문

왜 2차원 DP?

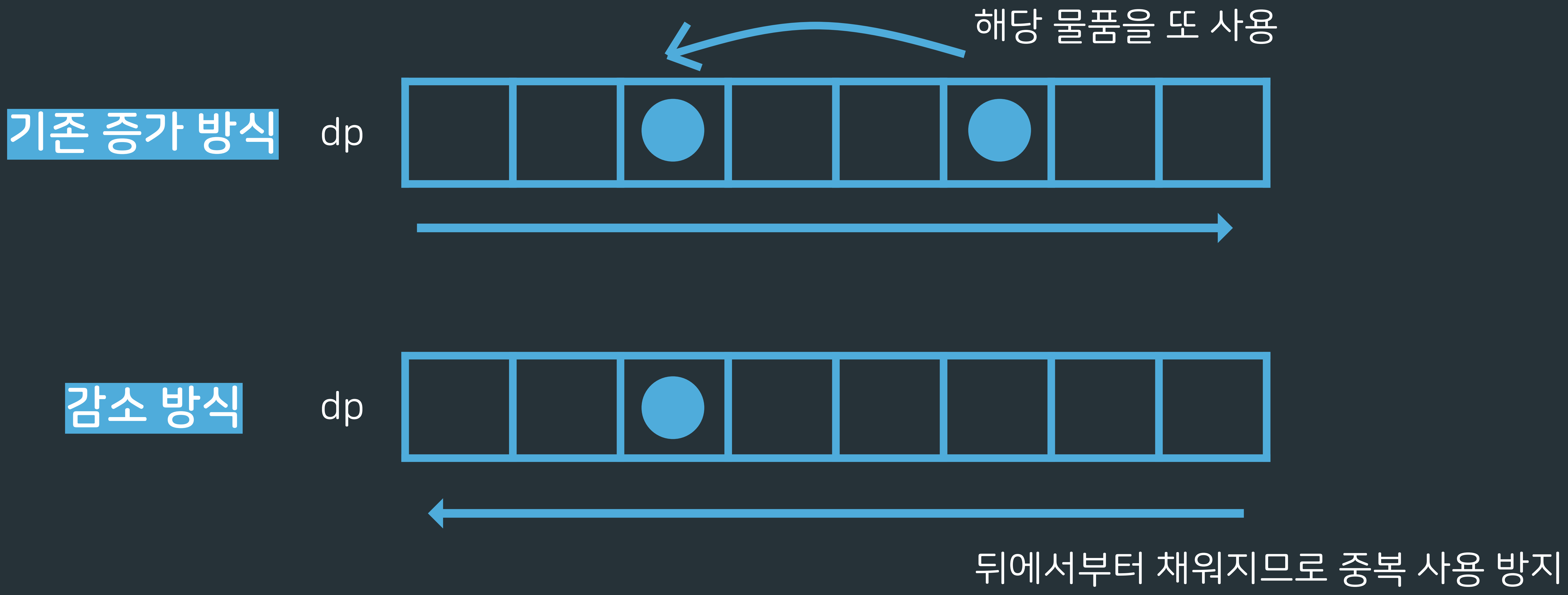
- 1차원 DP로 하면 안 되는 이유는?
→ 그 전 물품까지의 정보만 사용해야 하기 때문

- 지금처럼 증가하면서 검사할 때 1차원 DP를 사용하게 되면?
→ 해당 물품을 또 사용하는 경우 생길 수 있음!
→ 따라서 2차원을 사용하며 각 물품을 행으로 구분해서 중복 방지

1차원 DP도 가능

- 어떻게 하면 1차원 DP로 풀이가 가능할까
- 해당 물품을 여러 번 사용하는 걸 방지하기 위해 2차원을 사용함
- 그렇다면.. 지금처럼 증가하는게 아니라 무게를 감소하며 계산하면 어떨까?

냅색 1차원 DP 풀이



다른 유형도 볼까요

11660번 : 구간 합 구하기 5 - Silver 1

문제

- 구간 합: 2차원 배열의 (x1, y1)부터 (x2, y2)의 합
- 구간 합을 여러 번 구해야 하는 문제

제한 사항

- 표의 크기 N (1 <= N <= 1,024)
- 합을 구해야 하는 횟수 (1 <= M <= 100,000)
- 시작점과 끝점의 좌표 x1, y1, x2, y2 (x1 <= x2, y1 <= y2)
- 표에 채워져 있는 수는 1,000보다 작거나 같은 자연수

예제

예제 입력

```
4 3
1 2 3 4
2 3 4 5
3 4 5 6
4 5 6 7
2 2 3 4
3 4 3 4
1 1 4 4
```

예제 출력

```
27
6
64
```

구간 합 구하기 5

#알튜비튜

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7

구간 합 구하기 5

- (2,2)부터 (3,4)까지 합?

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7

구간 합 구하기 5

- (2,2)부터 (3,4)까지 합?
- 3 + 4 + 5 + 4 + 5 + 6
  = 27

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7

반복문으로 구하면 안되나?

#알튜비튜

1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7

- 한 쿼리에서 탐색해야 하는 칸의 최대 개수 = 1,024 * 1,024 = 약 10^6
- 쿼리의 최대 개수 = 10^5
- 모든 쿼리를 수행하기 위한 연산량 = 약 10^11

→ 시간 초과

1차원이라면?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 1)
  = arr[1]

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 1)

\+

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- arr[2]

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 2)

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 2)

+

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- arr[3]

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 3)

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 3)

+

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- arr[4]

이전의 답을 어떻게 사용?

#알튜비튜

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 4)

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 4)

+

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- arr[5]

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 5)

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(2, 2)

이전의 답을 어떻게 사용?

#알튜비튜

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(2, 2)

	1	2	3	4	5
sum(1, 1)	4	8	1	9	7
sum(1, 2)	4	8	1	9	7
sum(1, 3)	4	8	1	9	7
sum(1, 4)	4	8	1	9	7
sum(1, 5)	4	8	1	9	7

이전의 답을 어떻게 사용?

- sum(1, 1)

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(1, 2)

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(2, 2)

이전의 답을 어떻게 사용?

- sum(1, 2)

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

이전의 답을 어떻게 사용?

	1	2	3	4	5
• sum(1, 2)	4	8	1	9	7
			−		
• sum(1, 1)	4	8	1	9	7

이전의 답을 어떻게 사용?

- sum(1, 2)

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

−

- sum(1, 1)

4	8	1	9	7

=

- sum(2, 2)

4	8	1	9	7

이전의 답을 어떻게 사용?

- sum(2, 3)

4	8	1	9	7

이전의 답을 어떻게 사용?

- sum(1, 3)

1	2	3	4	5
4	8	1	9	7

- sum(2, 3)

4	8	1	9	7

이전의 답을 어떻게 사용?

1	2	3	4	5

- sum(1, 3)

4	8	1	9	7

−

- sum(1, 1)

4	8	1	9	7

=

- sum(2, 3)

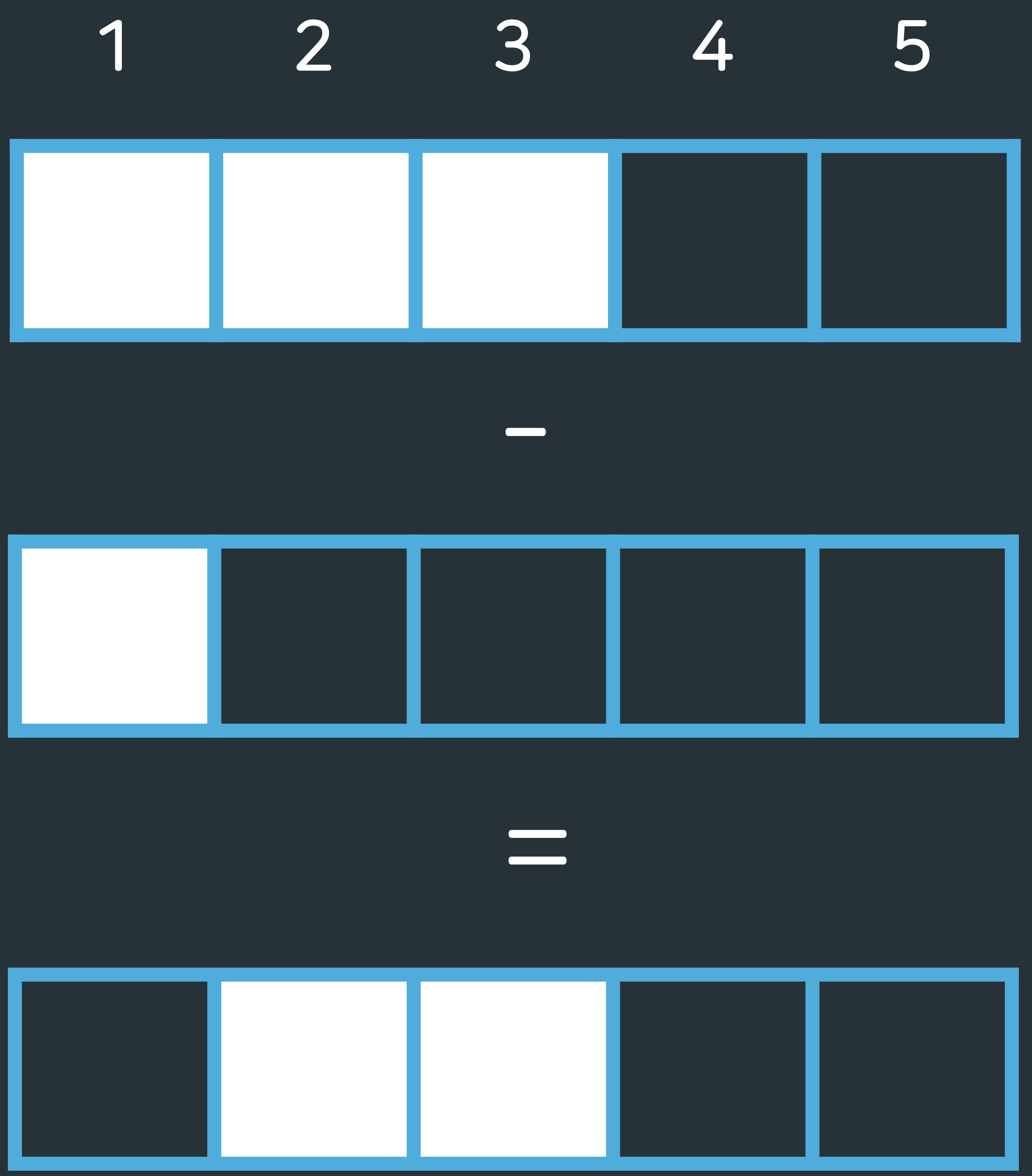
4	8	1	9	7

이전의 답을 어떻게 사용?

	1	2	3	4	5
• sum(1, 4)	4	8	1	9	7
−					
• sum(1, 2)	4	8	1	9	7
=					
• sum(3, 4)	4	8	1	9	7

일반화

- sum(1, j)
- sum(1, i-1)
- sum(i, j)



점화식

- sum(1, n)만 구해둔 뒤, 활용

$\therefore$ sum(i, j) = sum(1, j) – sum(1, i - 1)

2차원으로 돌아오기

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7

2차원으로 돌아오기

1차원

- sum(1, n)만 구해둔 뒤, 활용
- sum(i, j) = sum(1, j) – sum(1, i-1)

2차원

- sum(1, 1, x, y)만 구해둔 뒤, 활용
- sum(x1, y1, x2, y2) = ?

2차원으로 돌아오기

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7

2차원으로 돌아오기

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7

–

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7

2차원으로 돌아오기

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7

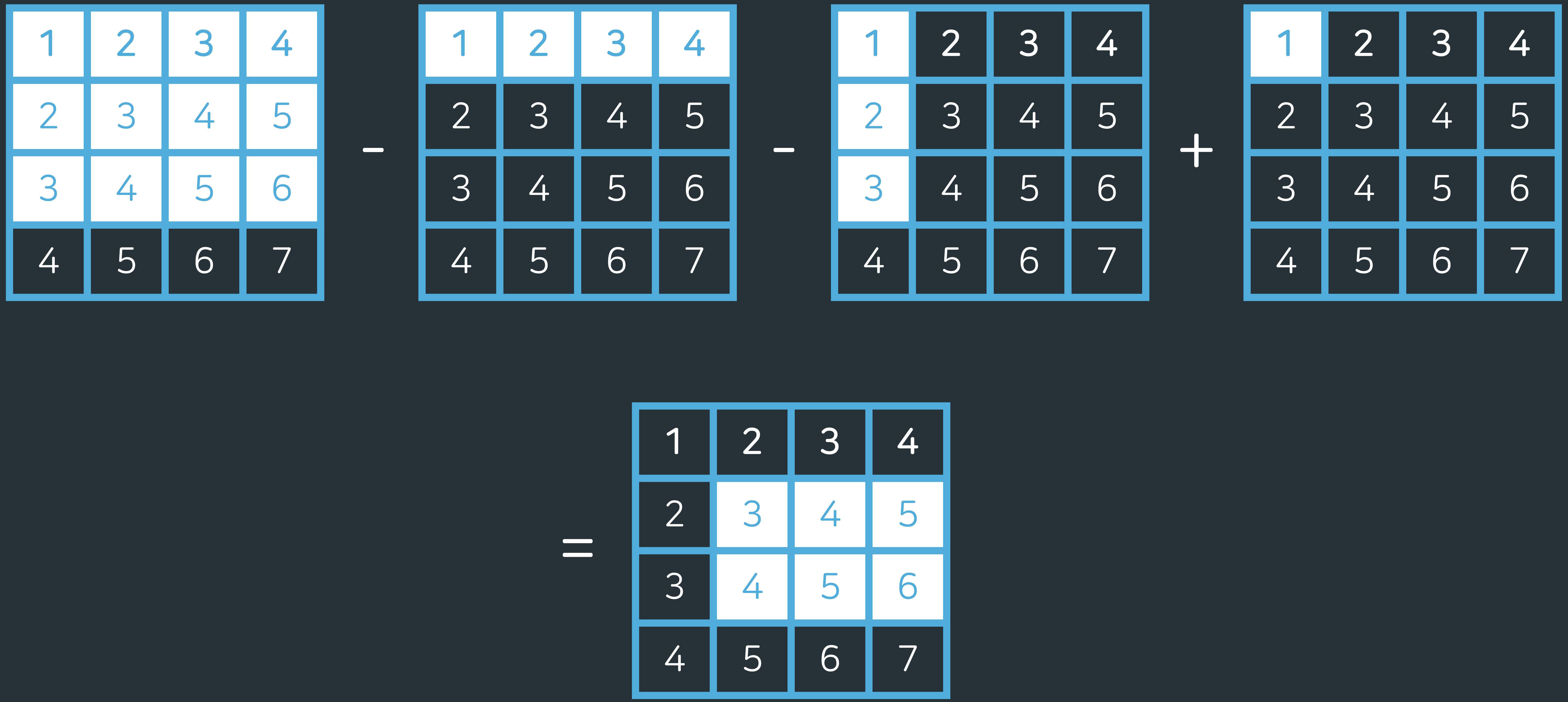
+

1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7

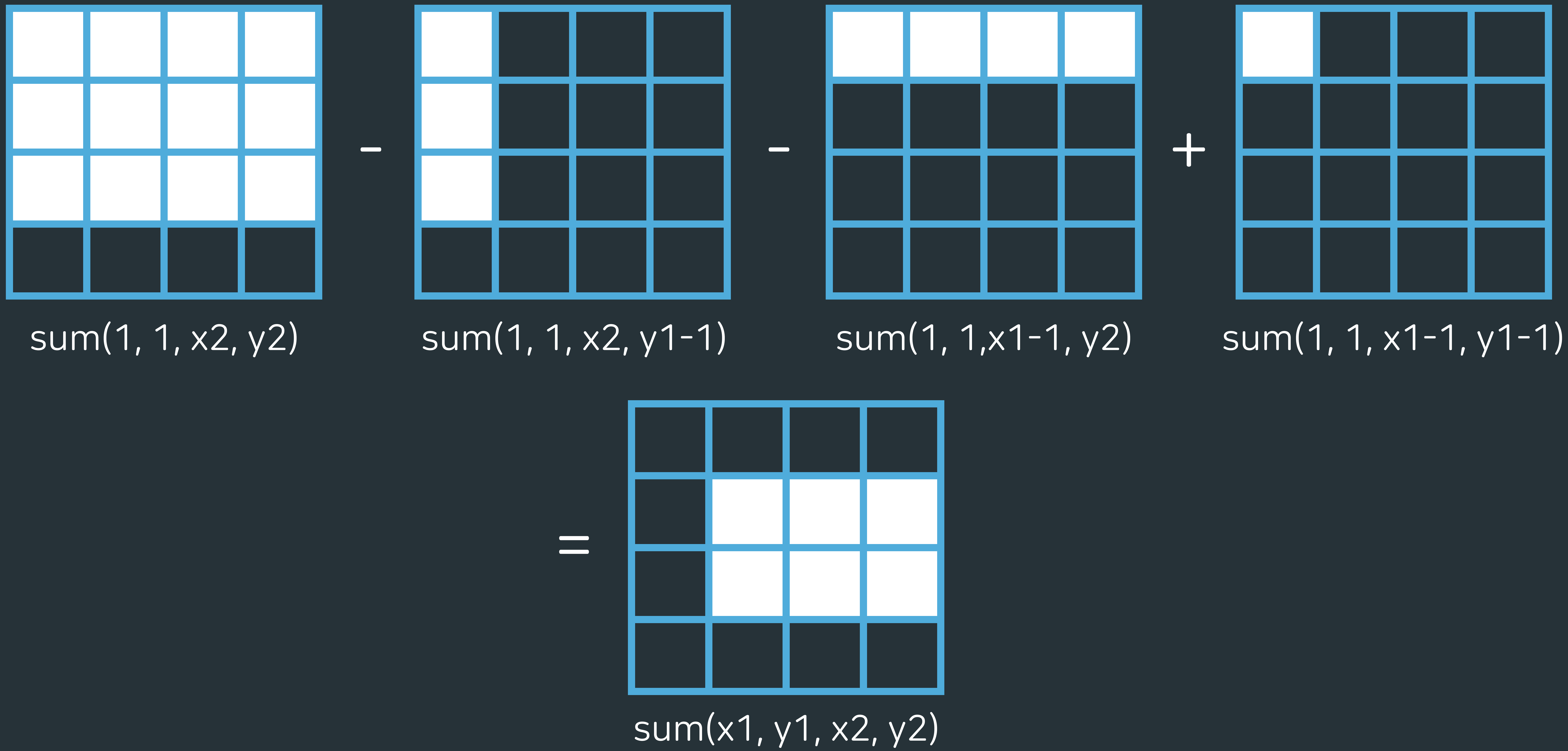
-

1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7

2차원으로 돌아오기


1 2 3 4
2 3 4 5
3 4 5 6
4 5 6 7
-
1 2 3 4
2 3 4 5
3 4 5 6
4 5 6 7
-
1 2 3 4
2 3 4 5
3 4 5 6
4 5 6 7
+
1 2 3 4
2 3 4 5
3 4 5 6
4 5 6 7
=
1 2 3 4
2 3 4 5
3 4 5 6
4 5 6 7

일반화



-
-
+
=
sum(1, 1, x2, y2)
sum(1, 1, x2, y1-1)
sum(1, 1,x1-1, y2)
sum(1, 1, x1-1, y1-1)
sum(x1, y1, x2, y2)

점화식을 세워봅시다

#알튜비튜

점화식

- sum(1, 1, x, y)만 구해둔 뒤, 활용

∴ sum(x1, y1, x2, y2)
= sum(1, 1, x2, y2) - sum(1, 1, x2, y1-1) – sum(1, 1, x1-1, y2) + sum(1, 1, x1-1, y1-1)

마무리

#알튜비튜

정리

- 이전의 답을 저장하고, 계속 사용하며 현재 답을 구하는 동적 계획법
- 입력 범위가 나름 커요 (보통 1,000 ~ 1,000,000) 이보다 더 크다면 그리디 고려
- 마지막 인덱스에서 내려가는 Top-down, 처음 인덱스부터 올라가는 Bottom-up 방식 존재
- 문제에 따라 1차원 혹은 2차원 테이블(DP 배열) 사용
- 점화식만 세우면 구현은 쉬움!
- 냅색, 구간 합 구하기 5는 동적 계획법으로 푸는 대표적 문제 & 방식
- 따라서 두 유형의 풀이는 다른 동적 계획법 문제에서 많이 응용됨

이것도 알아보세요!

- Top-down 방식과 Bottom-up 방식 두 가지로 모두 풀어보고 시간을 비교해보아요

과제

필수

- 20923번: 숫자 할리갈리 게임 – Silver 1
- 11726번 : 2xn 타일링 – Silver 3
- 1149번 : RGB거리 – Silver 1

도전

- 프로그래머스: 가장 큰 정사각형 찾기 – Lv.2
- 9084번 : 동전 – Gold 5

과제 마감일

과제제출 마감 없음

추가제출 마감 없음